

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-326885

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl. ⁶

H01L 27/14

識別記号

F I

H01L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全6頁)

(21) 出願番号

特願平9-134612

(22) 出願日

平成9年(1997)5月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 福所 孝

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

一株式会社内

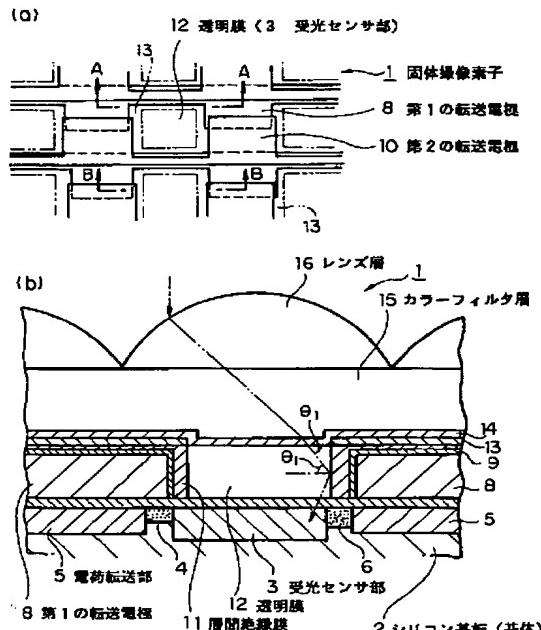
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【要約】

【課題】 集光効率を高めて感度向上を図ると共に、受光センサ部上に遮光膜を設けることなくスマアをなくすようにした固体撮像素子の提供が望まれている。

【解決手段】 シリコン基板(基体)2の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部3と、受光センサ部3から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部5と、シリコン基板2上に絶縁膜を介して設けられた転送電極8、10とを備えてなる。受光センサ部3上における、転送電極8、10の側壁面にはこれを覆って層間絶縁膜11が設けられている。層間絶縁膜11に囲まれた箇所には透明膜12が埋め込まれている。透明膜12の屈折率は、層間絶縁膜11の屈折率より大である。



第1実施形態例の概略構成図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えてなり、

前記受光センサ部上における、前記転送電極の側壁面に該側壁面を覆って層間絶縁膜が設けられ、かつ前記受光センサ部上における、前記層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜が埋め込まれ、

前記透明膜の屈折率が、層間絶縁膜の屈折率より大であることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記基体がシリコンからなり、かつ、前記透明膜上にカラーフィルタ層、レンズ層が設けられてなり、

レンズ層およびカラーフィルタ層、透明層、受光センサ部は、レンズ層およびカラーフィルタ層側から受光センサ部側に行くにしたがってその屈折率が高くなっていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 前記受光センサ部と透明膜との間に、減圧CVD法による窒化ケイ素膜が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、受光センサ部への集光効率を高め、感度特性やスミア特性の向上を図った固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、固体撮像素子においてはその小型化や画素の高密度化が一層進み、これに伴って受光エリアが縮小され、感度低下やスミアの増加などの特性劣化を招いている。感度低下の対策としては、例えはオンチップレンズを設け、受光センサ部での集光効率を高めるといったことが提案され、一部に実施されている。また、スミア対策としては、通常は遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出して形成するといったことがなされている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記のオンチップレンズを設けて集光効率を上げたものにおいても、転送電極等の段差を解消しないと遮光膜やその上のカラーフィルタ等の加工均一性が悪化してしまい、スミアの増加や微少感度ムラの劣化を招いてしまう。また、遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出して形成したものについては、このように遮光膜を張り出して形成すると当然受光センサ部での集光効率が低下してしまい、やはり感度低下を招いてしまって前述した小型化や画素の高密度化に対応するのが困難になってしまふ。さらに、よりスミアを防ぐべく、遮光膜の張り出しを受光センサ部の近傍位置となるように極端に低く形成すると

いったことも考えられるが、その場合には画像欠陥が増加してしまい、しかも、この遮光膜形成のための加工により受光センサ部がエッチングダメージや不純物汚染を受けてしまつて画質が劣化してしまう。

【0004】 本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、集光効率を高めて感度向上を図るとともに、受光センサ部上に遮光膜を設けることなくスミアをなくすようにした固体撮像素子を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の固体撮像素子では、基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えてなり、前記受光センサ部上における、前記転送電極の側壁面に該側壁面を覆って層間絶縁膜が設けられ、かつ前記受光センサ部上における、前記層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜が埋め込まれ、前記透明膜の屈折率が、層間絶縁膜の屈折率より大であることを前記課題の解決手段とした。

【0006】 この固体撮像素子によれば、転送電極の側壁面に層間絶縁膜が設けられ、該層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜が埋め込まれ、前記透明膜の屈折率が層間絶縁膜の屈折率より大であることから、透明膜表面に斜めに入射し、該透明膜表面と前記層間絶縁膜との間の界面に到る光が、該界面で反射して受光センサ部上に入射するようになる。また、このように透明膜の周りに層間絶縁膜を配したことによって透明膜に入射した光が受光センサ部の外に洩れるのを防止したことから、該透明膜上に遮光膜を配する必要がなくなる。

【0007】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の固体撮像素子を詳しく説明する。図1(a)、(b)は本発明の固体撮像素子の第1実施形態例を示す図であり、(a)は固体撮像素子の概略構成を示す要部平面図、(b)は(a)のA-A線矢視断面図である。図1(a)、(b)において符号1は固体撮像素子、2はシリコン基板(基体)である。シリコン基板2には、図1(b)に示すようにその表層部に光電変換をなす受光部(図示略)が形成され、さらにこの受光部の上にホール蓄積部(図示略)が形成されている。そして、これら受光部とホール蓄積部とから、HAD(Hall Accumulation Diode)構造の受光センサ部3が形成されている。

【0008】 この受光センサ部3の一方の側には、読み出しへゲート4を介して電荷転送部5が形成され、他方の側にはチャネルストップ6を介して別の電荷転送部5が形成されている。そして、このような構成により受光センサ部3で光電変換されて得られた信号電荷は、読み出しへゲート4を介して電荷転送部5に読み出され、さらに

該電荷転送部5にて転送されるようになっている。

【0009】また、シリコン基板2の表面部には、熱酸化法やCVD法等によって形成されたSiO₂からなる絶縁膜7が設けられている。なお、この絶縁膜7についてはSiO₂膜からなる単層膜でなく、SiO₂膜-SiN膜-SiO₂膜の三層からなるいわゆるONO構造の積層膜としてもよい。絶縁膜7の上には前記電荷転送部5の略直上位置に第1ポリシリコンからなる第1の転送電極8が形成されている。この第1の転送電極8の表面上には、該転送電極8を覆ってSiO₂からなる電極絶縁膜9が形成されている。なお、図1(b)には示さないものの、第1の転送電極8とは一部が重なり合う状態で、図1(a)に示したように第2ポリシリコンからなる第2の転送電極10が形成されており、この第1の転送電極10の表面上にもこれ覆ってSiO₂からなる電極絶縁膜(図示略)が形成されている。

【0010】また、これら第1の転送電極8、第2の転送電極10の上面および側壁面には、図1(b)に示したようにこれらの面を覆って層間絶縁膜11が設けられている。このような構成により層間絶縁膜11は、図1(a)に示したように第1の転送電極8、第2の転送電極10に囲まれた受光センサ部3の直上部分においては、筒状(この例では四角筒状)に形成されたものとなっている。層間絶縁膜11を形成する絶縁膜として具体的には、BPSG(ホウ素リンシリケートガラス)やSOG(スピノングラス)、バイアス高密度P-SiO等の屈折率が1.45程度のもの、あるいはこれらにF(フッ素)を添加してその屈折率を少し小さくしたものなどが用いられるが、この例では屈折率が1.45程度のSiO₂系酸化膜が用いられている。

【0011】この筒状に形成された層間絶縁膜11に囲まれた箇所、すなわち図1(b)に示すように受光センサ部3の直上箇所には、透明膜12が埋め込まれている。この透明膜12は、前記層間絶縁膜11の屈折率より大きい屈折率を有する材料からなるもので、この例ではバイアス高密度プラズマCVD法による平坦化P-SiN膜(屈折率2.0)によって形成されている。なお、この透明膜12としては、前記平坦化P-SiN膜に代えて、酸素を多く含んだシリコンや、ポリシリコンなどからなる膜を用いることもできる。また、これら層間絶縁膜11、透明膜12は、リフローやオーバーエッチング等の平坦化処理がなされており、これによってその上面、さらには層間絶縁膜11の側面(透明膜12との界面側の面)が平滑化されている。

【0012】層間絶縁膜11の上には、これを覆ってアルミニウムやアルミニウム合金などからなる遮光膜13が形成されており、これによって遮光膜13は、図1(a)に示すように受光センサ部3の直上位置の大部分を外側に臨ませた状態で、すなわち受光センサ部3の直上に矩形の開口部を有した状態で形成されたものとなつ

ている。この遮光膜13および前記透明膜12の上には、これらを覆ってパッシベーション膜14が形成されている。また、パッシベーション膜14の上には樹脂等からなるカラーフィルタ層15が形成され、さらにその上にはオンチップレンズと称される凸状の透明樹脂等からなるレンズ層16が形成されている。ここで、カラーフィルタ層15およびレンズ層16は、共に屈折率が1.5~1.6程度の材料によって形成されたものである。

10 【0013】このような固体撮像素子1を作製するに際し、特に層間絶縁膜11、透明膜12を形成するには、第1の転送電極8、第2の転送電極10に熱酸化法等によって電極絶縁膜9を形成した後、前述したようにBPSG(ホウ素リンシリケートガラス)やSOG(スピノングラス)、バイアス高密度P-SiO等から選ばれたSiO₂系酸化物をその成膜法に基づいて成膜しさらにこれをリフロー処理などによって平坦化する。その後、第1の転送電極8上、第2の転送電極10上、およびこれらの側壁面に堆積した部分を覆った状態でレジストパターンを形成し、さらにこのレジストパターンをマスクにして受光センサ部3上に堆積した膜をエッチングにより除去し、層間絶縁膜11を得る。

20 【0014】次いで、前述したようにバイアス高密度プラズマCVD法によって平坦化P-SiN膜を堆積形成し、さらにこれにCMP法やレジストエッチバック法によってグローバル平坦化処理を施し、図1(b)に示したように受光センサ部3の直上における、層間絶縁膜11に囲まれた箇所にのみこの平坦化P-SiN膜を残して透明膜12を得る。

30 【0015】このようにして層間絶縁膜11、透明膜12を形成した後には、従来と同様にして第1の転送電極8、第2の転送電極10等を覆って遮光膜13をする。なお、この遮光膜13については、固体撮像素子1の周辺回路における配線と同一の層として形成することも可能である。続いてP-SiN膜等からなるパッシベーション膜14を形成し、さらに染色法やカラーレジスト塗布によってカラーフィルタ層15を形成し、その後、レンズ層16を形成する。ここで、レンズ層16の形成については、熱溶融性透明樹脂や常温無加熱でCVD可能な高密度SiNを堆積させ、さらにその上部にレジストを設けた後、このレジストを熱リフロー処理して所望の曲率を有する凸レンズ形状にし、さらにこれをマスクにして前記堆積層をエッチングし、レジストを除去してレンズ層16を得るといったエッチバック転写等が用いられる。

40 【0016】このようにして得られる固体撮像素子1によれば、レンズ層16で集光され、さらにカラーフィルタ層15、パッシベーション膜14を透過して透明膜12に入射した光がさらに絶縁膜7を透過した後受光センサ部3に到り、ここで光電変換がなされる。また、図1

(b) 中二点鎖線による矢印で示したごとく、透明層12の表面に対して斜めに入射し、そのまま該透明膜12表面と層間絶縁膜11との間の界面に到る光も、該界面で反射して受光センサ部3上に入射するようになっている。

【0017】すなわち、この例では、透明膜12の表面と受光センサ部3の表面および絶縁膜7の表面とが平行であり、透明膜12の表面と層間絶縁膜11の側面（透明膜12との界面）とのなす角が直角であるとした場合に、レンズ層16の曲率や該レンズ層16、カラーフィルタ層15、パッシベーション膜14の屈折率が、透明膜12に入射した光の該透明膜12表面に対する角度 θ_1 が46.5°より大きい角度となるように予め調整さ

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

【0019】つまり、図2に示すスネルの法則の説明図において、屈折角 θ_2 が90°を越えると光が全反射になるとすれば、 θ_2 に90°を代入し、さらに $n_1 = 2.0$ 、 $n_2 = 1.45$ とすることにより、 $2.0 \times \sin \theta_1 = 1.45 \times \sin 90^\circ$ となり、 $\sin 90^\circ = 1$ であることから、 $\sin \theta_1 = 1.45 / 2.0$ となり、これから全反射するための臨界的な角度である $\theta_1 = 46.5^\circ$ が求まるのである。よって、前述したごとく透明膜12に入射した光の該透明膜12表面に対する角度 θ_1 が前記の臨的な角度である46.5°より大きい角度となることにより、透明膜12を透過してこれと層間絶縁膜11との界面に到った光が、全て全反射して受光センサ部3に入射するようになる。

【0020】したがって、この固体撮像素子1にあっては、透明膜12に入射した光を全て受光センサ部3に入射させることができることにより、集光効率を高めて感度を格段に向上させることができる。また、受光センサ部3上に透明膜12が埋め込まれてこれが平坦化されていることにより、該透明膜12と層間絶縁膜11とがほぼ面一となり、したがって第1の転送電極8、第2の転送電極10による段差が解消されてこれらの上に形成される遮光膜13やカラーフィルタ層15などの加工均一性が向上し、スマアの増加や微少感度ムラの劣化を防止することができる。

【0021】さらに、透明膜12の周りに層間絶縁膜11を配したことによって透明膜12に入射した光が受光センサ部3の外に洩れるのを防止したことから、該透明膜12上に遮光膜13を配する必要がなくなり、これにより従来のごとく遮光膜を受光センサ部3の直上にまで張り出す必要がなくなる。よって、遮光膜13の開口部を広く形成することができ、その分この開口部内に臨む受光センサ部3の面積を大きくして集光効率を高めることができる。また、このように遮光膜13に張り出しを設けていないので、従来のごとくこれが受光センサ部3の近傍位置となるように極端に低く形成された場合に、画像欠陥が増加してしまい、しかも、この遮光膜形成の

れている。

【0018】そして、このように θ_1 が46.5°より大きい角度となるように調整され、したがって層間絶縁膜11の側面に対する入射角 θ_1 （図1（b）中二点鎖線で示した入射光と一点鎖線で示した層間絶縁膜11の側面に対する法線とのなす角）が46.5°より大きい角度となるように調整されており、また、透明膜12の屈折率 n_1 が2.0、層間絶縁膜11の屈折率 n_2 が1.45であることから、以下の式に示されるスネルの法則により、前述したように透明膜12を透過してこれと層間絶縁膜11との界面に到った光が、全て全反射して受光センサ部3に入射するのである。

（スネルの法則）

ための加工により受光センサ部3がエッティングダメージや不純物汚染を受けてしまって画質が劣化してしまうといった不都合も防ぐことができる。

【0022】また、光の入射経路（光路）となる、受光センサ部3の直上部においては、レンズ層16の外側から順に、屈折率が1.0の空気、屈折率が1.5~1.6程度のレンズ層16およびカラーフィルタ層15、屈折率が2.0の透明層12、屈折率が3.8のシリコンからなる受光センサ部3と、該受光センサ部3側に行くにしたがってその屈折率が高くなっているので、これら光の経路内においては、斜めに入射した光についても材質の異なる層間の界面を透過する際に全反射が起こらず、受光センサ部3の表面に対しより垂直に近い角度で入射するように屈折していく。したがって、より高い集光効率を得ることができるとともに、反射に起因する特性の低下などを防止することができる。また、受光センサ部3の直上に位置する透明膜12をP-SiN膜から形成していることから、該P-SiN膜が水素化を促進することによってダーク成分の低減化を図ることができる。

【0023】図3は本発明の固体撮像素子の第2実施形態例を示す図であり、図1（a）のB-B線矢視断面に相当する図である。図3において符号20は固体撮像素子であり、この固体撮像素子20が図1（a）、（b）に示した固体撮像素子1と異なるところは、主に、受光センサ部3と透明膜12との間に、図1（b）に示した絶縁層7に代えて減圧CVD法による窒化ケイ素膜（以下、SiN膜と記す）21を設けた点である。このように絶縁層7に代えてSiN膜21を設けたことにより、このSiN膜21はその屈折率が2.0であることから、同じく屈折率が2.0の平坦化P-SiN膜からなる透明層12との間の界面で屈折が起こらず、したがってここでの反射を確実に防止することができる。さてなる

【0024】また、このようなSiN膜21を設けた固体撮像素子20を作製するには、シリコン基板2にイオ

ン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、受光センサ部3、読み出しゲート4、電荷転送部5、チャネルストップ6をそれぞれ形成する。続いて、熱酸化法やCVD法によりシリコン基板2表面にSiO₂膜、あるいはSiO₂膜-SiN膜-SiO₂膜の三層からなるONO構造の積層膜を形成して絶縁膜7を得る。

【0025】次いで、CVD法によって第1ポリシリコンを堆積し、さらにこれを公知のフォトリソグラフィー技術、エッチング技術によってパターニングし、第1の転送電極8を形成する。続いて、熱酸化法やCVD法等によって該第1の転送電極8の表面に電極絶縁膜9を形成する。さらに、第1の転送電極8の形成と同様にして、第2ポリシリコンからなる第2の転送電極8を加工形成し、さらにこれの表面に電極絶縁膜(図示略)を形成する。なお、転送電極を三層以上の構造とする場合には、このような工程を層分繰り返すことによってこれを形成する。

【0026】次いで、公知のフォトリソグラフィー技術、エッチング技術によって受光センサ部3上の絶縁膜7を除去し、さらに減圧CVD法によってSiN膜21を全面に形成する。次いで、先の第1実施形態例の場合と同様にして層間絶縁膜11を形成する。このとき、第1の転送電極8と第2の転送電極10との間にはマスクの合わせずれなどに起因して、図3に示したようにその側壁面がずれて形成されてしまうことがある。しかし、本実施形態例では、先の第1実施形態例と同様に、層間絶縁膜11にリフロー処理などを施し、これにより図3に示したように、特に第1の転送電極8、第2の転送電極10の側壁面に堆積した膜を平坦化する。

【0027】次いで、第1実施形態例と同様にして受光センサ部3上に堆積した膜をエッチングにより除去し、層間絶縁膜11を得る。このとき、先にSiN膜21を全面に形成していることにより、このSiN膜21がエッチングストップとして機能し、これにより受光センサ部3などにエッチングダメージが与えられることが防がれている。このようにして層間絶縁膜11を形成したら、第1実施形態例と同様にして透明層12を形成し、さらに遮光膜13、パッシベーション膜14、カラーフィルタ層15、レンズ層16を順次形成する。

【0028】このように、第2実施形態例の固体撮像素子20にあっては、透明層12と受光センサ部3との間に、絶縁層7に代えてSiN膜21を設けたことから、前述したように透明層12と該SiN膜21との間の界面での屈折を防止することができ、しかも、層間絶縁膜11形成時の受光センサ部3上のエッチングの際に、SiN膜21をエッチングストップとして機能させることができるとともに、受光センサ部3などにエッチングダメージが与えられるのを防止するものとしても機能させることができる。

【0029】なお、前記実施形態例では遮光膜13を設けたが、レンズ層16等により固体撮像素子に入射した光を確実に透明膜12に入射させることができる場合には、この遮光膜13を設けなくてもよい。また、絶縁膜7を三層からなるONO構造とした場合には、層間絶縁膜11の形成に先立ち、最上部のSiO₂膜を除去して二層目のSiN膜を露出させておき、このSiN膜を層間絶縁膜11形成時のエッチングストップとして機能させてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子は、転送電極の側壁面に層間絶縁膜を設け、該層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜を埋め込み、前記透明膜の屈折率を層間絶縁膜の屈折率より大としたものであるから、透明膜表面に斜めに入射し、該透明膜表面と前記層間絶縁膜との間の界面に到る光を、該界面で反射させて受光センサ部上に入射させることができ、これにより集光効率を高めて感度を格段に向上させることができる。したがって、特性低下を招くことなく、固体撮像素子の小型化や画素の高密度化を図ることができる。

【0031】また、このように透明膜の周りに層間絶縁膜を配したことによって透明膜に入射した光が受光センサ部の外に洩れるのを防止したことから、該透明膜上に遮光膜を配する必要がなくなり、これにより従来のごとく遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出す必要がなくなる。よって、遮光膜の開口部を広く形成することができ、その分この開口部内に臨む受光センサ部の面積を大きくして集光効率を高めることができる。また、このように遮光膜に張り出しを設ける必要がないので、従来のごとくこれが受光センサ部の近傍位置となるように極端に低く形成された場合に、画像欠陥が増加してしまい、しかも、この遮光膜形成のための加工により受光センサ部がエッチングダメージや不純物汚染を受けてしまって画質が劣化してしまうといった不都合も防ぐことができる。さらに、受光センサ部上に位置する遮光膜の張出部分については通常その上面、下面の両方に低反射膜を設ける必要があるが、本発明の固体撮像素子にあっては遮光膜に張り出しを設ける必要がないので、当然低反射膜を設ける工程が不要になり、したがって生産性を向上してコストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の第1実施形態例を示す図であり、(a)は固体撮像素子の概略構成を示す要部平面図、(b)は(a)のA-A線矢視断面図である。

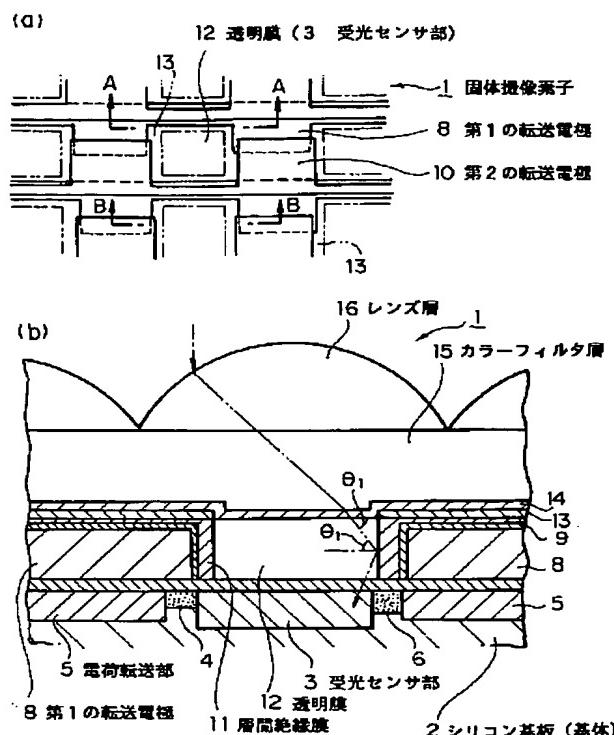
【図2】スネルの法則の説明図である。

【図3】本発明の固体撮像素子の第2実施形態例を示す図であり、図1(a)のB-B線矢視断面に相当する図である。

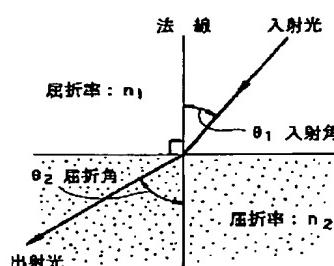
【符号の説明】

- 3 受光センサ部
5 電荷転送部 7 絶縁膜 8 第1の電荷転送
電極
10 第2の電荷転送電極 11 層間絶縁膜 12 透明膜
15 カラーフィルタ層 16 レンズ層
21 窒化ケイ素膜 (SiN膜)

【図1】



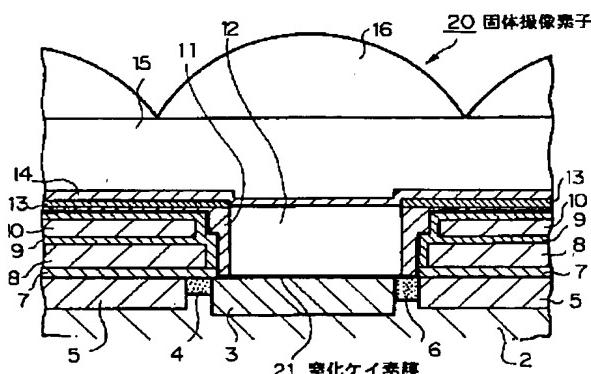
【図2】



スネルの法則の説明図

第1実施形態例の概略構成図

【図3】



第2実施形態例の概略構成図